

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-292487
(P2002-292487A)

(43) 公開日 平成14年10月8日 (2002.10.8)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード [*] (参考)
B 2 3 K 26/06		B 2 3 K 26/06	E 2 H 0 4 i
			A 4 E 0 6 8
			B
26/08		26/08	B
G 0 2 B 26/10		G 0 2 B 26/10	B
	1 0 4		1 0 4 Z

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2001-99031(P2001-99031)

(22) 出願日 平成13年3月30日 (2001.3.30)

(71) 出願人 000002107

住友重機械工業株式会社

東京都品川区北品川五丁目9番11号

(72) 発明者 山本 次郎

神奈川県平塚市夕陽ヶ丘63番30号 住友重

機械工業株式会社平塚事業所内

(74) 代理人 100091340

弁理士 高橋 敬四郎 (外2名)

Fターム(参考) 2H045 AB01 BA24 BA32 DA02

4E068 AF00 CB08 CB09 CD02 CD06

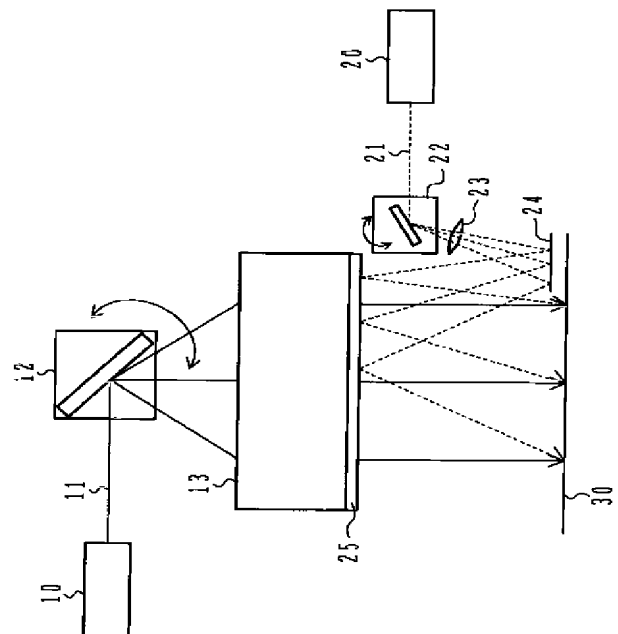
CE03 DA11

(54) 【発明の名称】 レーザ加工装置とレーザ加工方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 波長領域が異なる2種類以上のレーザ光を同時に被加工物の加工面上に照射することのできるレーザ加工装置とレーザ加工方法を提供する。

【解決手段】 赤外領域の第1の波長を有する第1のレーザ光11を発振する第1のレーザ発振器10と、前記第1のレーザ光11を空間的に走査する第1の走査系12と、前記第1の走査系12で走査された第1のレーザ光11を、照射面上に集光する第1の集光光学系13と、前記第1の集光光学系から前記照射面までの間に配置され、前記第1の波長を有する光は透過させ、可視領域または紫外領域の第2の波長を有する光は反射又は回折させる第1の合波部材25と、前記第2の波長を有する第2のレーザ光21を発振する第2のレーザ発振器20を含み、前記第1の合波部材25に前記第2のレーザ光21を入射させ、反射または回折した第2のレーザ光21を前記照射面上に照射する第1の補助系とを有する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 赤外領域の第1の波長を有する第1のレーザー光を発振する第1のレーザー発振器と、
前記第1のレーザー光を空間的に走査する第1の走査系と、
前記第1の走査系で走査された第1のレーザー光を、照射面上に集光する第1の集光光学系と、
前記照射面に被加工物の加工面を保持するための被加工物保持台と、
前記第1の集光光学系から前記照射面までの間に配置され、前記第1の波長を有する光は透過させ、可視領域または紫外領域の第2の波長を有する光は反射又は回折させる第1の合波部材と、
前記第2の波長を有する第2のレーザー光を発振する第2のレーザー発振器を含み、前記第1の合波部材に前記第2のレーザー光を入射させ、反射または回折した第2のレーザー光を前記照射面上に照射する第1の補助系とを有するレーザー加工装置。

【請求項2】 前記第1の補助系が、第2のレーザー光を空間的に走査する第2の走査系と、第2のレーザー光を集光する第2の集光光学系とを有する請求項1記載のレーザー加工装置。

【請求項3】 前記第1および第2の走査系が、第1および第2のレーザー光を変入射角度で反射するガルバノミラーを含む請求項2記載のレーザー加工装置。

【請求項4】 前記第1のレーザー光が炭酸ガスレーザー光であり、前記第2のレーザー光がYAG高調波レーザー光またはエキシマレーザー光である請求項1～3のいずれか1項記載のレーザー加工装置。

【請求項5】 前記第1の集光光学系が出射レンズを含み、前記合波部材が前記出射レンズの出射面に配置されている請求項1～4のいずれか1項記載のレーザー加工装置。

【請求項6】 前記第1の合波部材が、ダイクロイックミラーである請求項1～5のいずれか1項記載のレーザー加工装置。

【請求項7】 前記第1の合波部材が、ディフракティブ素子である請求項1～5のいずれか1項記載のレーザー加工装置。

【請求項8】 さらに、前記第1の集光光学系から前記照射面までの間に配置され、前記第1の波長を有する光は透過させ、可視領域または紫外領域の第3の波長を有する光は反射又は回折させる第2の合波部材と、
前記第3の波長を有する第3のレーザー光を発振する第3のレーザー発振器を含み、前記第2の合波部材に前記第3のレーザー光を入射させ、反射または回折した第3のレーザー光を前記照射面上に照射する第2の補助系とを有する請求項1～7のいずれか1項記載のレーザー加工装置。

【請求項9】 前記第2の合波部材が、前記出射レンズの出射面に配置されているディフракティブ素子である

請求項8記載のレーザー加工装置。

【請求項10】 前記第2、第3のレーザー光が可視領域の色の異なるレーザー光である請求項8または9記載のレーザー加工装置。

【請求項11】 (a) 赤外領域の第1の波長を有する第1のレーザー光を、第1の走査系で空間的に走査しつつ、第1の集光光学系で集光し、合波部材を透過させ、被加工物上に照射し、該被加工物を加工する工程と、

(b) 可視領域または紫外領域の第2の波長を有する第2のレーザー光を前記合波部材に入射し、反射または回折させ、前記被加工物上に照射する工程とを含むレーザー加工方法。

【請求項12】 前記工程(a)が前記第1のレーザー光で前記被加工物に主加工を行い、前記工程(b)が前記第2のレーザー光を空間的に走査し、集光し、前記被加工物に補助加工を行なう請求項11記載のレーザー加工方法。

【請求項13】 前記工程(b)が前記主加工で生じた加工派生物を除去するアブレーションを行う請求項12記載のレーザー加工方法。

【請求項14】 前記工程(b)が可視領域の前記第2のレーザー光で前記被加工物上にマーカを表示する請求項11記載のレーザー加工方法。

【請求項15】 さらに、(c) 前記第2の波長と色の異なる可視領域の第3の波長を有するレーザー光を合波部材に入射し、反射または回折させ、前記被加工物上に他のマーカを表示する工程を含む請求項14記載のレーザー加工方法。

【請求項16】 赤外領域の第1のレーザー光を空間的に走査する第1の走査系と、
出射レンズを含み、前記第1の走査系で走査された第1のレーザー光を、照射面上に集光する第1の集光光学系と、

前記照射面に被加工物の加工面を保持するための被加工物保持台と、

前記出射レンズの出射面に配置され、前記第1の波長を有する光は透過させ、可視領域または紫外領域の第2の波長を有する光は回折させるディフракティブ素子を含む第1の合波部材と、

前記第1の合波部材に第2のレーザー光を入射させ、反射または回折した第2のレーザー光を前記照射面上に照射する第1の補助系とを有するレーザー加工装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、レーザー加工装置とレーザー加工方法に関し、特に2波長のレーザー光を利用したレーザー加工装置とレーザー加工方法に関する。

【0002】 本明細書において、可視領域とは0.38～0.78 μ mの波長領域を指し、この領域より短波長の領域を紫外領域、この領域より長波長の領域を赤外領

域と呼ぶ。また、これらを波長領域と呼ぶ。

【0003】

【従来の技術】炭酸ガスレーザは高出力が得やすく、穴あけ、切断などの加工に適している。主として、10.6 μm 帯の炭酸ガスレーザ光が加工に用いられている。10.6 μm 帯のレンズは、ゲルマニウムなどを用いて作成される。

【0004】炭酸ガスレーザ光の進行方向をガルバノミラーを用いて変化させ、加工対象物の所望の位置にレーザビームを照射して孔あけ加工等を行なう技術が実用化されている。孔あけ加工を行なうと、加工された孔の周囲にスミヤと呼ばれる加工残さが付着する。

【0005】スミヤを除去するデスミア工程は、YAGレーザの高調波やエキシマレーザ等の可視領域又は紫外領域のレーザ光を用いて行なうことができる。通常、可視領域または紫外領域のレーザ光は、ガラス、石英、弗化物などの可視、紫外透過材料などを用いて作成される。このように赤外レーザ光と可視／紫外レーザ光は別々の光学系で取り扱われる。

【0006】可視／紫外レーザ光を、赤外レーザ光と共に被加工物上に同時に照射できれば、効率的な加工を行なうことができる。NaClなどのイオン結晶は、紫外領域から赤外領域に達する透過領域を有し、理論的には紫外領域または可視領域のレーザ光を赤外領域のレーザ光と同時に制御する光学系を作成することができる。しかし、これらのイオン結晶は強い潮解性や強度の毒性を有し、加工用レーザ光の実用的な光学系を作成することは難しい。

【0007】通常の赤外領域の光学材料と紫外領域の光学材料は異なり、加工用炭酸ガスレーザとデスミア用エキシマレーザ光を同一の光学系で制御することは極めて困難である。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】波長領域が異なる2種類以上のレーザ光を被加工物の加工面上に同時に照射することが出来れば、レーザ加工の自由度が向上し、効率を向上させることができるであろう。

【0009】本発明の目的は、波長領域が異なる2種類以上のレーザ光を同時に被加工物の加工面上に照射することのできるレーザ加工装置とレーザ加工方法を提供することである。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明の一観点によれば、赤外領域の第1の波長を有する第1のレーザ光を発振する第1のレーザ発振器と、前記第1のレーザ光を空間的に走査する第1の走査系と、前記第1の走査系で走査された第1のレーザ光を、照射面上に集光する第1の集光光学系と、前記照射面に被加工物の加工面を保持するための被加工物保持台と、前記第1の集光光学系から前記照射面までの間に配置され、前記第1の波長を有す

る光は透過させ、可視領域または紫外領域の第2の波長を有する光は反射又は回折させる第1の合波部材と、前記第2の波長を有する第2のレーザ光を発振する第2のレーザ発振器を含み、前記第1の合波部材に前記第2のレーザ光を入射させ、反射または回折した第2のレーザ光を前記照射面上に照射する第1の補助系とを有するレーザ加工装置が提供される。

【0011】本発明の他の観点によれば、(a) 赤外領域の第1の波長を有する第1のレーザ光を、第1の走査系で空間的に走査しつつ、第1の集光光学系で集光し、合波部材を透過させ、被加工物上に照射し、該被加工物を加工する工程と、(b) 可視領域または紫外領域の第2の波長を有する第2のレーザ光を前記合波部材に入射し、反射または回折させ、前記被加工物上に照射する工程とを含むレーザ加工方法が提供される。

【0012】波長領域の異なる2種類以上のレーザ光を同時に加工面に照射することにより、レーザ加工の自由度を向上させることができ、レーザ加工の効率を向上させることができる。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施例を説明する。

【0014】図1は、本発明の実施例によるレーザ加工装置の要部を示す断面図である。第1のレーザ発振器である加工用レーザ発振器10は、例えば波長10.6 μm のレーザ光を発振する炭酸ガスレーザ発振器である。加工用レーザ光として、YAGレーザ光、高調波YAGレーザ光を用いることもできる。

【0015】走査機構12は、加工用レーザ光11を空間的に走査し、加工面30上の照射位置をxy方向に走査することができる。走査機構12は、例えばx用とy用の2つのガルバノミラーを含む。集光光学系13は、走査機構12で走査された加工用レーザ光11を集光し、加工面30上に焦点合わせることができる。集光光学系13は、例えばf θ レンズであり、出射レンズを含む。

【0016】集光光学系13の出射レンズの出射面には、加工用レーザ光11を透過するダイクロイックミラー25が配置されている。ダイクロイックミラー25は、炭酸ガスレーザ光は透過するが、可視領域又は紫外領域の所定波長の光は反射する性質を有する。集光光学系13の出射レンズをゲルマニウムで形成し、ゲルマニウムの出射面をそのまま可視／紫外レーザ光に対する反射面としてダイクロイックミラーを構成することも可能であろう。もちろん、多層膜干渉フィルタを形成してもよい。

【0017】第2のレーザ発振器である補助加工用レーザ発振器20は、例えばエキシマレーザ発振器であり、紫外光を発振する。補助加工用レーザ光21の光路上にも走査機構22が配置され、加工用レーザ光21を空間的に走査し、加工面30上でxy方向に走査することが

できる。走査機構22は、例えばx用、y用の2つのガルバノミラーを含む。集光光学系23は、補助加工用レーザー光21を集光し、ミラー24及びダイクロイックミラー25で反射した後、加工面30上に焦点合わせることができる。

【0018】エキシマレーザー光としては、KrFエキシマ（波長0.248μm）、ArFエキシマ（波長0.193μm）、XeCl、XeFなどを目的に合わせて用いることができる。

【0019】このように、加工用の第1のレーザー光に対する光学系の出射面上に波長の異なる第2のレーザー光を反射させるダイクロイックミラーを配置することにより、2つのレーザー光を合波し、加工面30上に2つのレーザー光を同時に照射することができる。

【0020】炭酸ガスレーザー光で穴あけなどの加工を行ない、加工によって生じたスミアをエキシマレーザー光でデスミアすることができる。この場合は、エキシマレーザーはデフォーカスし、加工領域を内包する領域に照射することが好ましいであろう。

【0021】又、多層印刷基板の絶縁層の孔空けにおいては、上層（銅）配線とエポキシ樹脂などの層間絶縁層のほとんどを炭酸ガスレーザー光で穴あけし、残った薄い層間絶縁層をエキシマレーザー光で除去することもできる。最後のレーザー光ショットをエキシマレーザー光とすることにより、良好な断面形状をうることができる。炭酸ガスレーザー光で過剰のエネルギーを与えると、所望の孔形状より外側部分までが除去され、外側に膨らむ凹部が形成されることがある。

【0022】この場合も、エキシマレーザー光は、デフォーカスした状態で照射できる。穴の外側に照射されたエキシマレーザー光は上層配線層で反射される。すなわち、穴のあいた上層配線層がマスクとなり、穴の内部にエキシマレーザー光を照射させることができる。穴の外側に照射されたエキシマレーザー光をデスミアに利用することもできる。

【0023】本実施例によれば、第2のレーザー光21は、走査機構22から斜め方向に進行し、加工面30上に照射される。従って、加工面30上の位置により、入射角が異なることとなり、その位置の制御が複雑になる。又、入射角度が変化することにより、加工面を与える影響が位置により変化することもあり得る。2種類以上のレーザー光を用い、加工面上に同時にかつ同一方向から照射できることが望まれる。

【0024】図2は、本発明の他の実施例によるレーザー加工装置を示す断面図である。第1のレーザー発振器10、第1のレーザー光11、走査機構12、集光光学系13、被加工物30は、図1の構成と同様である。

【0025】又、第2のレーザー発振器20、第2のレーザー光21、走査機構22も図1の構成と同様である。

【0026】本実施例においては、第1のレーザー光用の

集光光学系13の出射面に、第2のレーザー光の回折を生じさせるディフラクティブ素子26が設けられている。

【0027】図2（B）は、ディフラクティブ素子として、回折格子を形成した場合を概略的に示す。回折格子26の格子定数をd、レーザー光L1、L2が回折格子26表面となす角度をθとする。回折光が垂直下方に進行するためには、図示の状態で回折格子に入射するレーザー光L1、L2の間に波長λの光路差が生じればよい。

【0028】

$$\text{【数式1】 } d \cdot \cos \theta = \lambda$$

$$d = \lambda / \cos \theta$$

の関係が成立すれば、波長λの光は垂直下方に進行する干渉光を生じる。

【0029】角度θは、回折格子上の位置によって変化する。λは固定なので、θが小さくなれば、その分格子定数dを小さくすればよい。レーザー光の進行方向は放射状に変化するので、格子状数が外側に向って次第に大きくなる同心円状の格子を作成する。

【0030】最近、上述のような規則的格子による回折に代え、所望の回折光を生じさせる回折パターンをコンピュータ演算で行ない、ディフラクティブ素子を形成する技術が進歩している。

【0031】図2（C）は、このようなディフラクティブ素子26の構成を概略的に示す断面図である。ディフラクティブ素子26の表面は、回折光に所望の位相差を与えるように多段にエッチングされている。

【0032】このような光学素子は、例えばバイナリホログラフィック光学素子（HOE）等として知られている。例えば、コンピュータ処理により算出したパターンに従って複数のマスクを形成し、ディフラクティブ素子26の表面を多段にエッチングすることによって形成される。

【0033】ディフラクティブ素子26に入射する第2のレーザー光21は、表面パターンに従って位相差を与えられ、種々の回折光21dが形成される。所定波長の入射光に対し、回折光が所定方向に進むように回折パターンを形成することもできる。従って、ディフラクティブ素子26の各領域において、回折光が垂直下方に向うように回折パターンを設計することができる。

【0034】このようなディフラクティブ素子を用いることにより、ミラー24で反射し、ディフラクティブ素子26に入射する第2のレーザー光が回折光となり、加工面30に垂直に進行するように設計される。従って、加工面30上には、第1のレーザー光11及び第2のレーザー光21が共にほぼ垂直に入射する。

【0035】たとえば、第1のレーザー光11として炭酸ガスレーザー光を用い、第2のレーザー光21として例えばエキシマレーザー光を用い、第1のレーザー光で加工面30に孔あけを行い、第2のレーザー光で加工面30上に付着したスミアを除去することができる。なお、エキシマレ

ーザ光に代え、YAGレーザの高調波を用いることもできる。なお、第2のレーザ光に対し、図1の構成同様集光光学系を用いることもできる。

【0036】又、加工用レーザビームを正確に位置決めするために、加工対象物上にマーカを光学的に照射することが望まれる場合がある。

【0037】図3は、本発明の他の実施例によるレーザ加工装置を示す概略断面図である。第1のレーザ発振器10、第1のレーザ光11、走査機能12、第1の集光光学系13、加工面30は、図1の構成と同様である。

【0038】本実施例においては、第2のレーザ発振器20x、第3のレーザ発振器20yと第1のディフラクティブ素子26x、第2のディフラクティブ素子26yとを用い、加工面30上に色の異なる格子状マーカを結像させる。第1のディフラクティブ素子26x、第2のディフラクティブ素子26yは、出射レンズの出射面の異なる領域に形成されている。

【0039】図においては、2つのレーザ光が同一方向に進行するように示されているが、2つのレーザ光の進行方向は、平面視上直交するようにしてもよい。その場合、2つのディフラクティブ素子は対象波長の相違以外、同一の性質となり、パターンの設計が容易になる。

【0040】第2のレーザ発振器20から出射した第2のレーザ光21xは、ミラー28xで反射し、集光光学系13の出射面に設けられたディフラクティブ素子26xに入射し、図3(B)に示すx方向マーカ線29xを加工面30上に結像する。

【0041】第3のレーザ発振器20yから出射した第3のレーザ光21yは、ミラー28yで反射し、集光光学系13の出射面に設けられたディフラクティブ素子26yに入射し、加工面30上に図3(B)に示すy方向マーカ線29yを結像させる。ディフラクティブ素子26x、26yは、所定の入射光を回折させ、図3(B)に示すような回折像を形成するように設計される。

【0042】第2のレーザ光21x、第3のレーザ光21yの色を変えれば、図3(B)に示す格子縞は、縦の線と横の線の色が異なる格子となる。

【0043】例えば、集光光学系13を可視光が透過するZnSeで形成し、加工面30で反射した第2のレー

ザ光、第3のレーザ光を集光光学系13の入射側でモニターすることができる。例えば、図3(A)に示すダイクロイックミラー34で可視光を反射させ、工業用テレビカメラ35で図3(B)に示す位置マーカをモニターすることができる。

【0044】以上実施例に沿って本発明を説明したが、本発明はこれらに制限されるものではない。例えば、第1のレーザ光、第2のレーザ光を共に十分高出力のものとし、加工面を加工するようにしても良い。例えば、2種類以上のレーザ光を用いて、目的の異なる2つ以上の加工や、加工材料に合わせた加工を行なうこともできる。その他種々の変更、改良、組み合わせが可能なのは当業者に自明であらう。

【0045】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、レーザ加工を行なう際、2種類のレーザ光を同時に加工面に照射することができる。

【0046】一方のレーザ光で主加工を行ない、他方のレーザ光で補助加工を行なうことができる。

【0047】又、一方のレーザ光で加工を行ない、他方のレーザ光で位置合わせマークを結像させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施例によるレーザ加工装置の構成を概略的に示す断面図である。

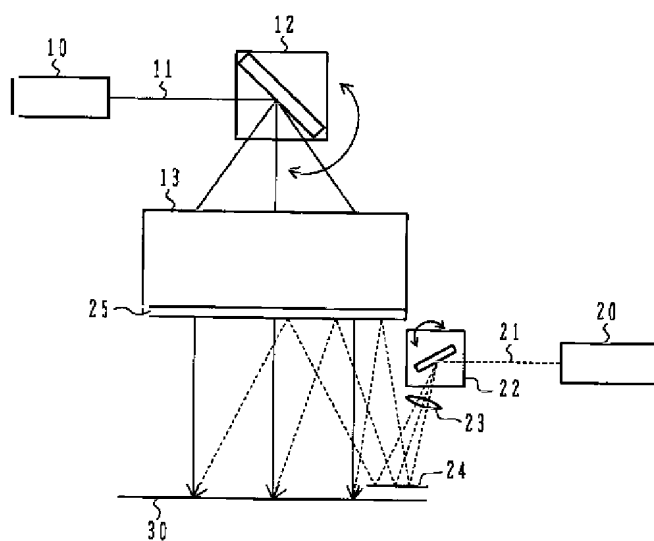
【図2】 本発明の他の実施例によるレーザ加工装置の構成を概略的に示す断面図である。

【図3】 本発明のさらに他の実施例によるレーザ加工装置の構成を概略的に示す断面図である。

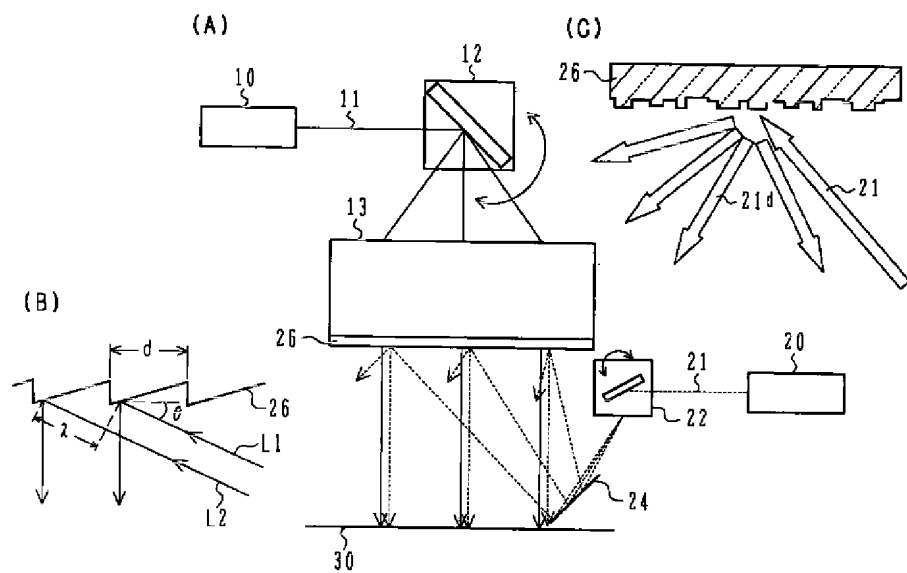
【符号の説明】

- 10 第1のレーザ発振器
- 20 第2のレーザ発振器
- 11 第1のレーザ光
- 21 第2のレーザ光
- 12、22 走査機構
- 13、23 集光光学系
- 24 ミラー
- 25 ダイクロイックミラー
- 26 ディフラクティブ素子

【図1】



【図2】



【図3】

